Aus der Konservierenden Abteilung der Zahnklinik der Universität Würzburg.

Die Einwirkungen der gebräuchlichsten Zahnpasten auf den Zahnstein

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Heinrich Hartinger

Zahnarzt aus Würzburg.

1939

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Berichterstatter: Professor Dr. J. Münch.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549803_0149

Die Zahnsteinforschung ist eines der Gebiete in der Zahnheilkunde, bei denen die Ansichten der Autoren sehr weit auseinandergehen. In den letzten Jahrzehnten entstand eine starke Polemik unter den einzelnen Forschern über Aetiologie und Genese des Zahnsteins. Je mehr man nun die Gefahren und Schädigungen des Zahnsteines kennen lernte, desto größer wurde das Bemühen, den Zahnstein erfolgreich zu bekämpfen. So erschien gerade wieder in letzter Zeit eine Reihe von Zahnpasten im Handel, von denen behauptet wurde, daß sie zahnsteinlösend wirken.

Die Aufgabe meiner Arbeit soll es nun sein, zunächst einmal einen Überblick über die verschiedenen Ansichten über Struktur und Entstehung des Zahnsteins zu geben, auf die Schädigungen des Zahnsteins und der deshalb nötigen Bekämpfung desselben hinzuweisen und dann an Hand der vorgenommenen Versuche zu zeigen, ob und wieweit die einzelnen Zahnpasten auf den Zahnstein einwirken.

I. Überblick über die verschiedenen Ansichten über Struktur und Entstehung des Zahnsteins.

Über die Entstehung des Zahnsteines finden sich in der Literatur sehr viele Ansichten, die die verschiedene Härte und Farbe des Zahnsteins erklären wollen und die sich in vier Gruppen teilen lassen. Die eine Forschergruppe ist der Ansicht, daß es sich beim Zahnstein um einen aus dem Speichel stammenden Belag handelt. Es sei gleich darauf hingewiesen, daß die Ansichten darüber, wie es zur Zahnsteinablagerung aus dem Speichel kommt, sehr verschieden sind. Die zweite Gruppe glaubt, daß der Zahnstein ein Produkt des Blutes sei und spricht deshalb vom Serumstein. Die dritte Gruppe meint, daß die subgingivalen Zahnsteinringe sich direkt aus dem Sekret des entzündeten Zahnfleisches abscheiden und erklärt die dunkle Farbe als Folgeerscheinung der Blutungserregbarkeit. Eine vierte Gruppe stellt schließlich die These auf, daß der Zahn-

stein primär durch Bakterien oder durch Strahlenpilze gebildet werde und daß sekundäre Kalkausfällung und Anlagerung entstehe.

Über die Ansicht der ersten Zahnsteinforscher berichtet Baume[1]) in seinem Lehrbuch der Zahnheilkunde. Man nahm damals an, daß der Zahnstein von gewissen Drüsen den sogen. Glandulae tartaricae abgesondert werde. Später erkannte man in diesen vermeintlichen Drüsen, welche sich nur bei Neugeborenen oder ganz jungen Kindern finden, die Überreste der Schmelzkeime. Die Ansicht von Heat[2]) geht dahin, daß die in den Zahnfleischtaschen vorkommenden Bakterien indirekt die Hauptursache für die Bildung des Zahnsteines seien. Er beruft sich dabei auf Mignot[2]), der beobachtet zu haben glaubt, daß der Bacillus coli, Staphylo- und Streptokokken, sowie andere Mikroorganismen die Zahnsteinbildung verursachen. Ebenfalls zu Ende des vorigen Jahrhunderts meinten wiederum andere Autoren, unter ihnen Mandl, Klebs und Galipe[3]), daß der Zahnstein durch die Ablagerung der Kalkpanzer von Vibrionen entstehe oder daß der Speichelstein und Zahnstein eine Exkretion von Pilzen sei, was Miller[4]) mit nicht sehr stichhaltigen Argumenten zu widerlegen versuchte. Wie an einer späteren Stelle dieser Arbeit gezeigt wird, bezeichnet man auch heute die Aktinomyceten als Zahnsteinbildner; es wurden darüber im Hygienischen Institut der Universität Würzburg auf Anregung von Professor Dr. Knorr Untersuchungen angestellt, die in den noch zu besprechenden Dissertationen näher festgelegt wurden.

Von einer großen Wendung in der Anschauung über die Genese des Zahnsteines berichtet Baume[1]) in seinem schon zitierten Lehrbuch durch die Tatsache, daß es Berzelius gelungen ist, Ptyalin im Zahnstein nachzuweisen. Dadurch galt es als einwandfrei erwiesen, daß ausschließlich die Kalksalze des Speichels den Zahnstein bilden. Diese Ansicht, daß der Zahnstein aus dem phosphor- und kohlensauren Kalk des Speichels besteht, hat sich heute vollständig durchgesetzt und behauptet.

Wenn man den Zahnstein im allgemeinen betrachtet, so spricht für die Speicheltheorie zunächst sofort die Tatsache, daß sich die Konkrementbildung besonders an den benachbarten Zähnen der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen findet. Diesen Umstand hielt auch Priester[5]) in seinen Betrachtungen besonders stichhaltig

für die Speicheltheorie. Gerade an den Lingualflächen der unteren Frontzähne ist die Ansammlung von Speichel eine besonders große. Hier mündet der Ausführungsgang der Glandula submaxillaris; deshalb finden wir hier beim Erwachsenen fast regelmäßig Zahnsteinansatz. Gegenüber den oberen zweiten Molaren mündet der Ausführungsgang der Parotis. Hier lagert sich der Zahnstein besonders an den Buccalflächen der oberen Molaren ab. Der Umstand, daß sich im Zahnstein besonders jene anorganischen Bestandteile finden, die sich aus dem Speichel niederschlagen können, nämlich phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk ist ein Hauptargument der Speicheltheorie. Die Angaben über die Zusammensetzung des Zahnsteines schwanken etwas: die Hauptbestandteile sind Calciumphosphat und Calciumcarbonat, wobei das Calciumphosphat ungefähr das Siebenfache vom Calciumcarbonat beträgt. Außer diesen Hauptbestandteilen können je nach der Zusammensetzung des Trinkwassers und der Nahrungsmittel auch Spuren von Eisen, Magnesium, sowie Kalium- und Natriumsalze, Kieselsäure miteingeschlossen sein. Als Bindemittel sind Muzin, Fett und Eiweißstoffe vorhanden.

Darin sind sich wohl viele Autoren einig, daß das Primäre für Zahnsteinkonkremente der Zahnbelag ist. Dieser besteht aus abgestoßenen Epithelien, Schleim, Speiseresten und Eiweißstoffen, die sich aus dem Speichel niederschlagen, wobei Stellungsanomalien besonders günstige Faktoren sind. Michel[6]) wies darauf hin, daß sich der Zahnstein nur an inaktiven Stellen des Kiefers findet und daß durch eine energische Kautätigkeit eine Zahnsteinablagerung nicht möglich sei; man könne deshalb nicht „von einem Wachsen des Zahnsteins" sprechen. Fehlt aber z. B. ein Antagonist oder werden infolge einer Erkrankung bestimmte Zähne geschont, dann ist die Reinigung durch die Kautätigkeit schon sehr stark herabgesetzt. Eine ähnliche These stellte Gottlieb[7]) auf, indem er meint, daß eine regelmäßige Mundpflege von Jugend an kaum der Nachhilfe des Zahnarztes bedürfe. Es ist klar, daß schlechte Mundpflege die Zahnsteinbildung fördert. Trotzdem können wir öfters die Beobachtung machen, daß bei einem vom Patienten gut gepflegten Gebiß sich immer wieder Zahnsteinablagerungen finden und daß eben manche Patienten gewissermaßen für Zahnsteinanlagerungen disponiert sind; sie bedürfen immer, trotz bester Mund-

pflege der Behandlung durch den Zahnarzt. In den Zahnbelag, der oft mit größter Klebkraft an den Zähnen anhaftet und vom Patienten gewöhnlich nicht vollständig entfernt wird, schlagen sich Kalksalze aus dem Speichel nieder; daraus entsteht gewissermaßen das Gerüst der Konkrementbildung. Preiswerk[8]) schreibt: „Bilden sich harte Krusten, so spricht man von Zahnstein, und man hat je nach dem Gehalt an organischen Substanzen mehr oder weniger harte Massen". Verschiedene Autoren sind der Meinung, daß die chemische Zusammensetzung des Zahnsteins nach Konsistenz und Farbe vielen Schwankungen unterliegt, die sich gewöhnlich nach der Reaktion der Mundflüssigkeiten richtet. Baume[1]) meint: „Je saurer die Mundflüssigkeiten reagieren, desto weniger kohlensauren Kalk wird man nachweisen können. Nach Bühler-Heer[2]) bestehen bei erhöhtem Säurewert die besten Gesundheitsverhältnisse des Mundes. Kranz[2]) weist darauf hin, daß bei der Genese der Zahnsteinablagerungen die relative Azidität des Speichels von großer Bedeutung ist. Er konnte durch Versuche feststellen, daß bei saurem Speichel weniger Zahnsteinanlagerungen anzutreffen sind, als bei alkalischem. Dabei ging er von der Tatsache aus, daß bei Anwesenheit von NH_3-Dämpfen in einem schwach milchsauren Gemisch von Calciumcarbonat und Magnesiumphosphat ein Niederschlag entsteht und konnte aus Speichel bei Spuren von NH_3-Dämpfen in einigen Stunden einen ähnlichen Niederschlag erzeugen. Die Hauptsache für die Fällungsmöglichkeit von Kalksalzen ist das Fehlen von H-Ionenüberschuß. Im Prinzip ist es gleichgültig, ob freies NH_3 oder ein anderes Alkali die Fällung von löslichen Ca-Salzen bedingt. Die von Kranz angestellten klinischen Untersuchungen und Ammoniakbestimmungen haben ergeben, daß bei Zahnsteinansatz die Gesamtammoniakmenge um 58,5% größer ist als der Durchschnittswert von Ammoniak im normalen Mund. Eine Zusammenstellung ergab, daß der Ammoniakgehalt des Mundes sich bei geringen, mäßigen und starken Zahnsteinablagerungen verhält wie 8 : 51 : 75. Daraus geht hervor, daß immer bei starker Zahnsteinbildung ein höherer Ammoniakgehalt vorhanden ist als bei geringerer Ablagerung. Daß das Ammoniak nicht infolge der Zahnsteinablagerung auftritt, wies Kranz ebenfalls nach. Da der Ammoniakgehalt des Speichels mit dem des Blutes in direkter Beziehung stehen

soll, müßte das vermehrte Blutammoniak ein Grund für die stärkere Zahnsteinablagerung sein. Bei Krankheiten, für die ein vermehrter Ammoniakgehalt des Blutes nachgewiesen wurde, ist tatsächlich auch eine stärkere Zahnsteinablagerung zu bemerken, z. B. bei fieberhafter Erkrankung und Gicht. Daraus läßt sich auch erklären, daß bei solchen Allgemeinerkrankungen die Mundkrankheiten jeder lokalen Behandlung trotzen und daß immer wieder die Neigung zu Rezidiven besteht. Nach Heinemann[9]) ist in einer Mundhöhle mit gesunder, normal durchbluteter Schleimhaut ein Zahnsteinansatz nicht möglich, da nach ihm die in physiologischer Menge abgestoßenen Epithelien vom Speichel fortgeschwemmt oder vom Kauakt abgewischt werden und deshalb keine Möglichkeit haben, sich am Zahn anzusetzen und zu inkrustieren. Wenn aber ein Schleimhautkatarrh in der Mundhöhle besteht, so bleiben die zusammengesinterten nekrotischen Epithelien zum großen Teil an den Prädilektionsstellen des Zahnes, am Zahnhals, haften und werden dort mit Kalksalzen aus dem Speichel inkrustiert: es entsteht der Zahnstein. Er ist also der Ansicht, daß bei der Bildung des Zahnsteins primär eine Entzündung vorhanden sei und erst sekundär die Kalkablagerung erfolge. Zum Vergleich erinnert er an Blasenleiden oder Gallensteine, wo der Entzündung und Bildung eines nekrotischen Zellhaufens die Einlagerung der Kalkmasse folgt. Michel[6]) macht von der Schnelligkeit der Ausfällung in vielen Fällen die Konsistenz des Zahnsteines abhängig. Es ist nun berechtigt, die Frage aufzuwerfen, ob bei Menschen, die einen besonders hohen Prozentsatz von Kaksalzen im Speichel haben, die Zahnsteinablagerung auch eine größere ist. Dazu meint Metnitz[10]), daß sich nach der Menge der im Speichel enthaltenen Kalksalze auch die Menge der Zahnsteinbildung richtet.

Die Meinung der alten Zahnforscher ging vor allem dahin, daß es sich beim Zahnstein um eine chemische Verbindung handelt. Heute sind sehr viele Autoren anderer Ansicht. Türkheim[11]) stellt die Behauptung auf, daß der Zahnstein keine chemische Verbindung sei, sondern ein mechanisches Gemenge, das durch Ausfällung der im Speichel gelösten Salze unter Einschluß von Epithelien, Bakterien und Speiseresten entsteht. Derselben Meinung schloß sich Urbantschitsch[12]) an. Er weist darauf hin, daß die Kalksalze mit

dem organischen Substrat keine chemische Verbindung eingehen, sondern daß es nur zu einer Inkrustation derselben kommt.

Man unterscheidet heute den supragingivalen Zahnstein, der eine gelblich, grünweiße oder bräunlich-schwarze Farbe hat und kompakt erscheint vom subgingivalen Zahnstein, der mehr dunkel pigmentiert und oft von grünlicher Farbe ist. Dieser setzt sich ringförmig der Wurzel entlang an und ist bald glatt, bald rauh. Diese Ringe weisen eine außerordentliche Härte und Adhäsion auf und sind vielmehr eine Inkrustation als eine Auflagerung; oft kommt es zu knolligen Auftreibungen am Wurzelzement. Die Farbe wird natürlich gewöhnlich bestimmt durch die Farbstoffe, welche in den eingeführten Speisen enthalten sind. Auch durch berufliche Tätigkeit können körperfremde Stoffe oft verschiedene Färbungen des Zahnsteines hervorrufen. In chemischen Fabriken findet man bei Jod- und Bromarbeitern eine typische Gelbfärbung des Zahnsteines. Bei Kupferarbeitern, bei denen oft die Zahnhälse eine Grünfärbung aufweisen, ist der Zahnstein auch von grüner Farbe. Bei starken Rauchern sehen wir oft eine bräunlich-schwarze Verfärbung des Zahnsteines.

Die Ansichten über die Bildung des supragingivalen Zahnsteins stimmen alle darin überein, daß hier der Speichel eine große Rolle spielt. Der Kalkniederschlag entsteht durch das Entweichen eines Moleküls Kohlensäure bei der Entleerung des Speichels aus den Drüsen in die Mundhöhle. Dieses Entweichen der Kohlensäure macht das baldige Ausfallen der Kalksalze in der freien Mundhöhle verständlich. Diese Theorie vertreten Miller, Bonville, Jounger, Münch[13]) und viele andere. Manche Autoren bekennen sich zur kolloidalen Theorie, die zuerst von Rosenthal[14]) genannt wurde. Sie nehmen an, daß der die Speicheldrüsen verlassende Speichel durch die Wirkung von Bakterien und Luftkohlensäure im Munde dadurch Veränderungen erfährt, daß Vergröberungen der Teilchengröße, sogenannte Koagulationen, stattfinden und die alkalischen Eiweißkörper allmählich sauer werden. Beim Überschreiten des Neutralpunktes tritt die Koagulation ein. Die Eiweißstoffe fallen koaguliert aus der Lösung aus und reißen dabei die Kalksalze mit. So bildet sich z. B. an der rauhen Zahnoberfläche ein sogenanntes kolloidales Kalkhäutchen. Schönbeck[15]) nennt den

Zahnstein ein kolloidchemisches Auflockerungsprodukt einer kolloidalen Lösung. Eine eiweißhaltige Lösung kann größere Mengen von Salzen in kolloidem Zustand in Lösung halten, indem das Eiweiß eine schützende Wirkung gegen die Ausflockung ausübt. Wenn nun durch irgendwelche Vorgänge diese Wirkung ausgeschaltet wird, z. B. durch Änderung der H- oder OH-Ionenkonzentration, so tritt Ausflockung der Salze und des Eiweißes ein. Man nimmt ja heute an, daß die Kalksalze beim Zahnstein dem Speichel entstammen. Vertreter der kolloidalen Theorie sind Prinz, Sommer und Wittkopp[16]). Letzterer ist auch der Ansicht, daß der Speichel eine relativ stabile kolloidale Lösung ist und deshalb hinsichtlich des Niederschlags und der Konkrementbildung kolloidchemischen Gesetzen unterliegt. Sachs[17]) behauptet, daß Calciumphosphat und Calciumcarbonat schon im Speichel in übersättigter Lösung vorhanden seien, d. h. daß der Speichel mehr Salze gelöst enthält als der Sättigungsgrenze entspricht. Nach ihm bietet die größte Wahrscheinlichkeit für die Erklärung des Überschusses an Calciumphosphat im Speichel die Annahme einer metastabilen Lösung, d. h. einer solchen Lösung, bei der die Rückbildung zur normalen Lösung langsam und träge vonstatten geht und zwar in diesem Falle infolge des großen Eiweißgehaltes. Die rauhen Stellen an den Zähnen, Austrocknung beim Sprechen und Atmen und ähnliches bewirken diese Ausfällung. Der Grund dafür, daß sich der Zahnstein besonders bei zunehmendem Alter aus dem Speichel abscheide, liegt nach der Meinung von Sachs darin, daß der Körper bei vorgeschrittenem Alter nicht mehr so viel Kalksalze zum Aufbau benötige und deshalb den Überschuß an verschiedenen Stellen abscheide. Auch Kantorowicz[18]) schließt sich der Auffassung von Sachs an. Eine Erklärung für den Ausfall der Kalksalze geht auch dahin, daß durch pathologische Alterationen der Gewebe, wie Entzündungen, eine Gerinnung des Eiweißes bewirkt werde, welches hierdurch nicht mehr fähig sei, die Kalksalze in hoher Konzentration gelöst zu halten. Diese fallen daher als Niederschläge aus. Nach Medalia[2]) ist für die Zahnsteinbildung die Anwesenheit eines eiweißhaltigen oder eines anderen organischen Kerns unbedingt erforderlich. Der organische Kern kann aus Nahrungüberbleibseln stammen, die mit einigen Epithelzellen und

Bakterien an den Zahnfleischzwischenräumen hängen geblieben sind. Er meint nun, daß der organische Stoff gären wird und daß die Produkte der Gärung den Niederschlag von Salzen aus dem Speichel verursachen und Zahnstein bilden.

Die Meinungen über die Aetiologie des subgingivalen Zahnsteins gehen weit auseinander. Miller bezweifelt, daß der Speichel bei dieser Art Zahnsteinbildung beteiligt ist. Er hält ihn für einen Niederschlag aus dem Exsudat des entzündeten Paradentiums. Daher in Amerika die Bezeichnung „Sanguinary calculus" oder „Serumal deposits". Black vertritt vor allem die Theorie des serumal calculus. Ob es sich hier um eine besondere Zahnsteinsorte handelt oder ob auch das Blutserum oder der Speichel allein die Baustoffe dazu liefern, läßt sich vorerst kaum mit Sicherheit feststellen. Manche Autoren wollen im subgingivalen Zahnstein auch Harnsäure nachgewiesen haben.

Nach Walkhoff[19]) scheint der Serumstein sekundärer Natur zu sein. Als Folge von Entzündungserscheinungen häufen sich Fibrin, Epithelien und Bakterien in der Zahnfleischtasche an und in diese schlagen sich Kalksalze nieder. Kantorowicz[18]) vergleicht den subgingivalen Zahnstein mit anderen Konkrementbildungen des Körpers zum Beispiel mit dem Kalkmantel um Gallen- oder Speichelsteine. Nach Port und Euler[20]) muß zuerst eine vertiefte Tasche vorhanden sein, in die das Serum abgesondert wird; erst dann könne sich der Kalkniederschlag einlegen. Von Naeslund[21]) wird die alte Mykosentheorie wieder aufgegriffen, wobei der Zahnstein durch die Tätigkeit von Mikroorganismen, besonders durch die Aktinomyces hervorgerufen wird, die durch ihr Wachstum gewisse zu einer Präzipitation von Kalksalzen führende biochemische Prozesse veranlassen. Ebenso bezeichnet Knorr[26]) die Aktinomyceten als Zahnsteinbildner. In den im Hygienischen Institut der Universität Würzburg angefertigten Dissertationen zeigten Siegel[27]), Geiger[28]) und Lackas[29]), daß das Primäre der Zahnsteinbildung fädige Mikroorganismen sind, bei denen es sich der Morphologie nach um aerobe Aktinomyceten handelt, die ein festes Stroma bilden. Auf diese primäre Auflagerung von Aktinomyceten, die nach Siegel Kalksalze ausfällen und anlagern können, folgt die Bildung von Kalkausscheidungen. Nach Auflösung der

ersten Bakterienschicht wuchern die unteren Schichten wieder vor und bedecken diese Konkrementauflagerung. Beim schnell sich bindenden Zahnstein wurde auch Mischinfektion beobachtet. Die Pigmentierung der Konkremente und der Foetor ex ore stammen ebenfalls von den Aktinomyceten. Lackas weist darauf hin, daß bei einer Schnittführung des Zahnsteins von oben nach unten die Aktinomyceten quer getroffen werden und die horizontal wachsenden Bakterien als punkt-, kugelig- bezw. kokkenförmige Gebilde erscheinen. Damit wurde gezeigt, daß Zahnsteinablagerung durch waagrechtes Bakterienwachstum bedingt ist, während Geiger durch Schnittführung von innen nach außen auf ein horizontales Wachstum der Aktinomyceten schloß.

Bei zusammenfassender Betrachtung über Aetiologie und Genese des Zahnsteines läßt sich feststellen, daß die meisten Autoren darüber einig sind, daß sich bei der Bildung des Zahnsteins zuerst org. Substanzen oder Bakterien am Zahn ablagern, die dann durch dem Speichel entstammende Kalksalze inkrustiert werden. Verschieden sind die Ansichten über die Ursache für die Ausfällung dieser Kalksalze.

II. Schädigungen und Bekämpfung des Zahnsteins.

Zahnsteinablagerungen führen zu Entzündungen und Auflockerung des Zahnfleisches, zur Zerstörung des Ligamentum circulare, und bilden so den ersten Anfang der Paradentitis. Die Entstehung der Paradentose, Lockerung der Zähne, Schwund von Zahnfleisch und Alveolarknochen sind oft die Folgen von Zahnsteinablagerungen. Auch können hartnäckige Stomatitiden entstehen und daraus die Mikroorganismen in die Blutbahn übertreten. Die primäre Ursache einer allgemeinen Intoxikation kann eine schwere Stomatitis sein, die durch starken Zahnsteinansatz entstand.

All diese schweren Schädigungen, für die der Zahnstein Ursache sein kann, haben schon seit längerer Zeit das ganz besondere Interesse der Zahnheilkunde auf die Bekämpfung des Zahnsteines gerichtet. Die einfachste Art für die Bekämpfung und Entfernung des Zahnsteines ist die mechanische Beseitigung desselben mit Hilfe geeigneter Instrumente, so wie wir sie täglich am Patienten vorneh-

men. Die Praxis zeigt, wie schwer es oft ist, die harten, besonders subgingivalen Ablagerungen mechanisch zu entfernen und wie vorteilhaft es wäre, wenn durch geeignete Mittel eine Auflockerung des Zahnsteines und damit eine leichtere Entfernung erreicht werden könnte. In den Fachzeitschriften wurde eine ausgedehnte Diskussion über dieses Thema geführt, ohne daß es zu einer endgültigen Lösung der damit zusammenhängenden Probleme gekommen wäre. Infolge der widerstreitenden Theorien über die Bildung des Zahnsteines schädigen können. Nach den quantitativen Analysen des Zahnden, ist eine Reihe von zahnsteinlösenden Mitteln in den Handel gebracht worden, die von den verschiedensten Seiten aus den Zahnstein angreifen und zur Auflösung bringen sollen. Die Aufgabe eines zahnsteinlösenden Mittels würde darin bestehen, die Kalksalze des Zahnsteines aufzulösen, oder die organische Substanz, die das Grundgerüst bildet, zu zerstören, sodaß dadurch der Zusammenhang der Kalkmassen gelockert wird und das Konkrement zerfällt und so ohne Schwierigkeit mit der Zahnbürste entfernt werden könnte. Ganz besonders erschwert wird diese Aufgabe dadurch, daß die anzugreifenden Gebilde auf den Zähnen sitzen und daß viele Stoffe, die den Zahnstein angreifen, die Substanzen des Zahnes schädigen können. Nach den quantitativen Analysen des Zahnsteines von Kranz ist das Verhältnis von Calciumcarbonat zu Calciumphosphat wie 1 : 10,5. Möglich wäre es, daß durch die Lockerung dieser anorganischen Bestandteile — nämlich durch Lösung des organischen Gerüstes — eine Lockerung im Gefüge des Zahnsteins eintreten könnte. Da es sich nach Türkheim[11]) und Urbantschitsch[12]) um ein mechanisches Gemenge beim Zahnstein handelt, ist ein weiterer Zerfall nach erfolgter Auflockerung gut denkbar. Die organische Grundlage des Zahnsteines kann gelöst werden durch Säuren oder Alkali, die aber leicht zu einer Schädigung der Zahnsubstanzen führen können. Man dachte auch schon an die fermentative Verdauung, indem man den Zahnpflegemitteln Pankreasextrakte oder Pepsin zusetzte. Für Fermentwirkungen ist aber eine sehr lange Zeitspanne nötig. Nach Heymann[22]) sollen keine Reagentien, die Eiweiß angreifen, verwendet werden. Herrenknecht[23]) schreibt den Seifen, die sehr viele Zahnpasten enthalten, schädigende Wirkung zu. Das bei der Lösung

der Salze entstehende Alkali schädige das Epithel, lockere und löse es. Wenn die Zahnseife eine neutrale Reaktion besitzt, ist nach Priester[5]) ihre Verwendung nicht schädlich. Karlsbader Salz, das sich aus Natriumsulfat, Calciumcarbonat und Natriumcarbonat zusammensetzt, und Emser Quellsalz, das aus Kochsalz, Bicarbonaten, Calcium und Sulfaten besteht, werden oft als zahnsteinlösend angegeben. Auch das Natriumbenzoat, ein Salz der Benzoesäure soll wegen der Wasserunlöslichkeit der Calciumsalze der Benzoesäure besonders zahnsteinlösend wirken, wie Trauner und Wischo[24]) bei ihren Versuchen nachwiesen. Bräunlich[25]) empfiehlt Sulforizin-Oleat als besonders zahnsteinlösend. Sulforizinoleate sind seifenschleimartige Lösungen von Gemengen der Alkali. Es soll die Fähigkeit haben, unlösliche Substanzen und organische Verunreinigungen zu emulgieren und kolloidal zu lösen.

Die beste Bekämpfung des Zahnsteins wäre nicht die Auflösung oder Auflockerung desselben, sondern die Prophylaxe, nämlich daß es überhaupt nicht zur Zahnsteinablagerung kommt. Dabei müßten entweder die Bildung der organischen Grundlage des Zahnsteines verhindert bezw. die vorhandenen organischen Massen beseitigt werden oder es muß das Ausfallen der Kalksalze unmöglich gemacht werden durch Verbesserung ihrer Lösungsbedingungen.

III. Die Zusammensetzung der Zahnpasten.

Es ist heute eine Menge von Zahnpasten im Handel, deren Vorgänger die Zahnpulver waren. Die Zahnpasten sind eine Kombination der Zahnpulver und Mundwässer, bei der die Wirkungen der festen Bestandteile mit denen der flüssigen oder in ihr gelösten Stoffe vereinigt sind. Die crèmeartige Konsistenz wird durch Vermengen mit Glyzerin erhalten. Die in Tuben in den Handel gebrachten Pasten haben den Pulvern in offenen Schachteln und Büchsen gegenüber den Vorteil, daß sie hygienisch einwandfrei sind, da Tubenpräparate Schutz gegen äußere Verunreinigungen und Eindringen von Bakterien bieten. Ferner ermöglichen sie eine Erhaltung der für die physiologische Förderung des Mundes nötigen Präparate und zeichnen sich durch sparsamen Verbrauch aus. Der Hauptbestandteil dieser Pasten ist der Putzkörper. Die physikalische

Beschaffenheit des Putzkörpers ist besonders wichtig: zu grobe und harte Putzmittel führen bei einer regelmäßigen Anwendung zur Zerstörung der harten Zahnsubstanz. Der Putzkörper muß vollständig unschädlich und doch wirksam sein. Die weiteren Bestandteile stammen aus dem Mineral-, aus dem Pflanzen- und aus dem Tierreich. Dazu kommen bei manchen Pasten verschiedene Chemikalien, die bei Aufführung der einzelnen Pasten näher angegeben sind; zur Erfrischung sind noch Geschmackszusätze, wie Pfefferminz oder Eukalyptus beigemischt. Von den Stoffen, die aus dem Mineralreich stammen, sind vor allem zu nennen: der kohlensaure Kalk, das Calciumcarbonicum, welches häufig der Hauptbestandteil für die Zahnpasten ist. Noch häufiger ist Schlemmkreide, das Calcium carbonicum praecipitatum, verwendet, welches durch Aufschlemmen in Wasser und Abgießen der gröberen Bestandteile ein feines Pulver abgibt. Als Zusätze kommen häufig die Magnesia carbonica und das Natrium bicarbonicum, Talcum und Bimsstein in Frage. Aus dem Tierreich werden gepulverte Austernschalen und die Ossa septiae verwendet; beide Präparate bestehen aus kohlensaurem Kalk. Früher entnahm man aus dem Pflanzenreich vor allem die Holzkohlen, die man aber heute nicht mehr verwendet, weil nach längerem Gebrauch das Zahnfleisch einen schwarzen Saum bekommt. Pflanzenwurzeln, besonders die Tormentilwurzel, die Ratanhiawurzel, die ätherische Oele enthalten, sowie Zitronensaft und Harz von Myrrha werden oft zugesetzt. Ebenso ist Karlsbader Salz, Emser Salz und Sulforizinoleat manchen Pasten beigegeben. Erwähnt sei noch der Milchzucker, Jod und die medizinische Seife. Durch den Gehalt von Wasserstoffsuperoxyd geben manche Pasten beim Gebrauch Sauerstoff ab.

Die einzelnen Bestandteile der untersuchten Pasten sind später bei den Untersuchungen jeweils angegeben. Eine brauchbare Paste darf durch ihre Zusammensetzung in keiner Weise die Zahnsubstanzen schädigen, muß aber reinigend und erfrischend wirken. Ferner muß sie frei sein von Giftstoffen für Gingiva, Mundschleimhaut und Ausscheidungsorgane.

IV. Die einzelnen Versuche.

Im folgenden sollen nun die Ergebnisse über die Einwirkungen der verschiedenen Zahnpasten auf den Zahnstein nach den von mir angestellten Versuchen dargelegt werden. Bei den Versuchen ging ich folgendermaßen zu Werke. Wegen der verschiedenen Härte und Konsistenz des Zahnsteines wurden Zähne mit supragingivalen Zahnsteinablagerungen von den Zähnen mit subgingivalen Zahnsteinablagerungen unterschieden und einzeln beobachtet. Die desinfizierten Zähne wurden mit Wachs überzogen. In diesen Wachsmantel wurde an der Stelle der Zahnsteinablagerungen ein Fenster eingeschnitten und zwar so, daß seine unmittelbare Umgebung, die mit Wachs verkleidet war, die gleiche Zahnsteinbeschaffenheit aufwies. Der so präparierte Zahn wurde nun in ein Gemisch von der zu untersuchenden Paste und Speichel gelegt. Bei solchen Zahnpflegemitteln, für die vorgeschrieben ist, bei der Benutzung Wasser zu verwenden, wurde dem Gemisch Wasser zugesetzt. Um ein Austrocknen der Pasten zu verhindern, wurde über den Behälter eine angefeuchtete Zellstofflage gedeckt. In Abständen von 3, 5, 7, 14 Tagen wurden die Zähne aus der Paste herausgenommen, abgewaschen, das Fenster umrissen und der Wachsmantel entfernt. Dann wurde die Stelle der Zahnsteinablagerungen, auf die die Paste unmittelbar einwirken konnte, zunächst mit einer starken Lupe mit der Umgebung verglichen und dann mit Pinseln, Sonden und feinen Schabinstrumenten auf Konsistenz, Härte und Auflockerung untersucht. Nach jeder Untersuchung wurden die Zähne wieder in ein frisches Gemisch von Pasten gelegt. Wenn man nun von der Annahme ausgeht, daß man bei einer dreimaligen Zahnreinigung pro Tag die Paste drei Minuten auf den Zahnstein einwirken läßt, so entsprechen die von mir festgestellten Ergebnisse von 3 Tagen einem Zeitraum von ungefähr 4 Jahren, die Ergebnisse von 5 Tagen einem Zeitraum von rund 6½ Jahren, die Ergebnisse von 7 Tagen einem Zeitraum von rund 10 Jahren und die Ergebnisse von 14 Tagen einem Zeitraum von rund 20 Jahren. Zu berücksichtigen ist natürlich, daß die Einwirkungen beim täglichen Gebrauch durch das physikalische Moment der Reibung und der enthaltenen mehr oder minder scharfkantigen Putzkörper bedeutend gesteigert werden.

Da die Arbeit nur einen statistischen Überblick über die Einwirkungen von Zahnpasten auf den Zahnstein geben soll, sind die einzelnen Zahnpasten nicht dem Namen nach, sondern unter einer Nummer aufgeführt.

Paste 1. Nähere Zusammensetzung unbekannt. Calcium carbonicum, Sauerstoff, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	oberste Schicht körniger	0
„ 7 „	kein Fortschritt	0
„ 14 „	etwas abschabbar	oberste Schicht körniger, aber noch hart

Paste 2. Zusammensetzung: nähere Zusammensetzung unbekannt. Enthält Tormentilwurzel und Geschmackzusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	oberste Schicht körniger	0
„ 7 „	kein weiterer Fortschritt	0
„ 14 „	etwas abschabbar	oberste Schicht körniger

Paste 3. Zusammensetzung: Kolloidale Kreide, org. Fettsäureester, Alkohol, Sauerstoffsalze, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	oberste Schicht etwas sandig	0

Paste 4. Zusammensetzung: Nähere Zusammensetzung unbekannt. Pharmakodynamische Zusammensetzung und Geschmackzusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 5. Zusammensetzung: Kohlensaurer Kalk, Alkohol, Seife, Pflanzenwurzeln, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	oberste Schicht etwas sandig	0
„ 7 „	wenig abschabbar	0
„ 14 „	kein weiterer Fortschritt	0

Paste 6. Zusammensetzung: Calc. carb. Kaliumchlorat, geringer Seifenzusatz, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 7. Zusammensetzung: Steinkohlenteerprodukt, Schwefel, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 8. Zusammensetzung: Calc. carb. Glyzerin, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 9. Zusammensetzung: Schlemmkreide, Thoriumhydroxyd, Seife, radioaktive Wirkung, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	oberste Schicht sandig	0
„ 5 „	kein Fortschritt	0
„ 7 „	folgende Schicht porös	0
„ 14 „	körnig	Oberfläche rauher

Paste 10. Zusammensetzung: Calcium, Magnesia, Phosphor, Ratanhiawurzel, Tormentilwurzel, Myrrhenharz. Pflanzenschleim, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	etwas sandig	0

Paste 11. Zusammensetzung: Bolus, Emser Salz, frei von Seife und Schlemmkreide, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	Oberfläche porös, aber noch fest	0
„ 7 „	sandig, in kleinen Körnchen abzupinseln	0
„ 14 „	folgende Schicht körnig	körnig

Paste 12. Zusammensetzung: Magn. Kalk, Fluorsalze, Ratanhiawurzel, Myrrhenharz, Zitronensaft, Roßkastanie, Geschmackszusätze, ohne Seife.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	etwas sandig	0

Paste 13. Zusammensetzung: Magn. Kalk, Fluorsalze, Schlemmkreide, Seife, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	oberste Schicht aufgelockert	0

Paste 14. Zusammensetzung: Calc. carb. Chlorsaures Kali, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 15. Zusammensetzung: Calc. carb. Chlorsaures Kali, Sauerstoffträger, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	etwas abschabbar	0

Paste 16. Zusammensetzung: Nähere Zusammensetzung nicht bekannt, doch ohne chlorsaures Kali. 0,0075% Jodgehalt. Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 17. Nähere Zusammensetzung unbekannt. Sauerstoffträger, Jod, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	etwas abschabbar	0

Paste 18. Nähere Zusammensetzung nicht bekannt. Ohne chlorsaures Kali, 0,75% Jodgehalt, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 19. Nähere Zusammensetzung unbekannt. Jod, Sauerstoffträger, Geschmackzusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	oberflächlich gequollen	0

Paste 20. Zusammensetzung: Schlemmkreide, Talgseife, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	oberste Schicht sandig	0
„ 7 „	etwas abschabbar	0
„ 14 „	kein weiterer Fortschritt	0

Paste 21. Zusammensetzung: Schlemmkreide, Seife, Alkohol, Benzoesäure, Thymol, Saccharin, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	Oberfläche rauh	0
„ 5 „	gut abschabbar	0
„ 7 „	folg. Schicht porös	0
„ 14 „	körnig	Oberfläche rauher

Paste 22. Zusammensetzung: Calc. carb. Kreide, Sauerstoffgehalt, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	etwas gequollen	0

Paste 23. Nähere Zusammensetzung unbekannt. Tormentilwurzel, Eukalyptus.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	oberste Schicht sandig	0
„ 5 „	folgende Schicht porös	0
„ 7 „	kein weiterer Fortschritt	0
„ 14 „	in kleinen Körnchen abtragbar	0

Paste 24. Nähere Zusammensetzung unbekannt. Sauerstoffträger, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	Oberfläche etwas gequollen	0

Paste 25. Zusammensetzung: Calc. carb. Seife, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 26. Zusammensetzung: Calc. carb., Seife, Salze, ätherische Oele, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 27. Zusammensetzung: Chlorsaures Kalium, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 28. Zusammensetzung: Monodicalciumphosphate, sauer reagierend, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	porös, aber hart	0
„ 7 „	kein weiterer Fortschritt	0
„ 14 „	sandig	0

Paste 29 Zusammensetzung: Schlemmkreide, Seife, Ratanhiawurzel, Thymol, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	etwas rauh	0

Paste 30. Zusammensetzung: Calc. carb., Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	0	0

Paste 31. Zusammensetzung: Sulforizinoleat, Calc. carb. Seife, Titanoxyd, Glycerin, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	Oberfläche sandig	0
„ 5 „	gut abschabbar	0
„ 7 „	folgende Schicht grobkörnig	0
„ 14 „	gut abzupinseln	Oberfläche rauh, aber hart

Paste 32. Zusammensetzung: Karlsbader Salz, schwache Alkalität, Glyzerin, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	porös	0
„ 5 „	körnig	0
„ 7 „	grobkörnig, aber hart	0
„ 14 „	bröckelig	rauh und körnig

Paste 33. Nähere Zusammensetzung unbekannt. Seifengehalt, schäumende Wirkung, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	Oberfläche sandig	0
„ 5 „	kein weiterer Fortschritt	0
„ 7 „	gut abschabbar	0
„ 14 „	kein weiterer Fortschritt	0

Paste 34. Zusammensetzung: Glycerin, Agar-Agar, Kalk, Sauerstoffträger, Poliermittel, Geschmackszusätze.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	0	0
„ 5 „	0	0
„ 7 „	0	0
„ 14 „	oberste Schicht rauh	0

Paste X. Zusammensetzung unbekannt.

	Bei Zähnen mit supragingivalem Zahnstein:	Bei Zähnen mit subgingivalem Zahnstein:
Nach 3 Tag.:	gequollen	0
„ 5 „	oberste Schichte abzubröckeln	Teilchen leicht abzusplittern
„ 7 „	großes Stück abgebröckelt	größere Teilchen zu entfernen
„ 14 „	die abgebröckelten Stücke in kleine Teile zerfallen	Zahnstein vom Zahn losgebrochen

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß bei 11 Pasten (Paste 4, 6, 7, 8, 14, 16, 18, 25, 26, 27, 30) überhaupt keine Einwirkung auf den Zahnstein festzustellen war. Bei weiteren 11 Pasten (Paste 3, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 22, 24, 29, 34) trat allerdings erst nach einer 14tägigen Einwirkungsdauer eine geringfügige oberflächliche Veränderung in der Konsistenz des supragingivalen Zahnsteins in Form einer schwachen Aufquellung oder sandigen Beschaffenheit ein. Die betreffenden Pasten enthalten teils Sauerstoffträger, teils Wurzelzusätze. Bei 13 Pasten (Paste 1, 2, 5, 9, 11, 20, 21, 23, 28, 31, 32, 33, Paste X) trat entweder nach dem 3. oder nach dem 5. Tag der Einwirkung eine deutlichere Veränderung in der Beschaffenheit des supragingivalen Zahnsteins ein; er wurde körnig und es kam zur Auflockerung der Zahnsteinablagerungen. Diese Wirkung wird wohl erzielt durch stärkeren Seifengehalt, Säurengehalt, durch radioaktive Wirkung, durch Emser- und Karlsbader Salz, durch Benzoesäure und durch Sulforizinoleat. Bei den Pasten 1, 2, 9, 11, 21, 31, 32 kam es zu einer allerdings minimalen Strukturveränderung des subgingivalen Zahnsteins, der nach 14tägiger Einwirkungsdauer an der Oberfläche etwas rauh und körnig wurde, sich aber nicht loslöste. Bei Paste 1 und 2 ist die nähere Zusammensetzung nicht bekannt, bei Paste 9 ist die Ursache dafür die radioaktive Wirkung und starker Seifengehalt. Bei Paste 11 Emser Salz, bei Paste 21 die Benzoesäure, bei Paste 31 das Sulforizinoleat und bei 32 das Karlsbader Salz. Die beste Wirkung erzielte die Paste X. Durch sie brach sogar der subgingivale Zahnstein vom Zahne ab, wahrscheinlich durch sehr starken Säuregehalt.

Die Wirkung bei den Pasten beruht wohl darauf, daß irgendwie das organische Stützgerüst des Zahnsteins oder die Konkremente selbst angegriffen werden und es so zur Auflockerung des Zahnsteins kommt. Von einer zahnsteinlösenden Wirkung kann aber nicht die Rede sein. Auf den überaus harten subgingivalen Zahnstein ist die Einwirkung der Pasten eine sehr geringe. Man muß natürlich berücksichtigen, daß die Wirkung der Pasten durch die Anwendung der mechanischen Reinigung noch gesteigert wird.

V. Vergleich der erzielten Ergebnisse mit den Versuchen über die Einwirkungen derselben Pasten auf den Zahnschmelz.

Als Idealpasten sind diejenigen zu bezeichnen, die trotz ihrer Fähigkeit, den Zahnstein aufzulockern, keinerlei Schaden auf die Zahnsubstanzen ausüben. Deshalb sei hier auf die Arbeit von A. H e i m hingewiesen: „Die Einwirkungen der gebräuchlichsten Zahnpasten auf den Zahnschmelz" (Würzburg. Diss. 1938). Es wurden hier dieselben Pasten unter den gleichen Nummern untersucht und die Einwirkungen derselben auf den Zahnschmelz festgestellt. Die Pasten 7, 8, 10, 14, 16, 18, 25, 26, 30, 32 zeigen überhaupt keine Einwirkungen auf den Zahnschmelz. Von diesen zeigen die Pasten 7, 8, 14, 16, 18, 25, 26, 30 auch keine Einwirkungen auf Zahnstein. Die Paste 10 wirkt nur oberflächlich auf Zahnstein; dagegen wurden mit der Paste 32 sehr gute Resultate in Bezug auf die Lockerung des Zahnsteines erzielt und trotzdem greift sie in keiner Weise den Zahnschmelz an. Die Pasten 1, 2, 3, 4, 6, 12, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 29, 34 verursachen eine teils schwächere, teils stärkere Aufhellung des Zahnschmelzes. Von diesen Pasten rufen außer 4 und 6, die keine Einwirkungen auf Zahnstein ausüben, alle eine teils stärkere, teils schwächere Auflockerung des Zahnsteines hervor. Die Pasten 19, 27, 33, bewirken ein milchiges Aussehen des Schmelzes. 27 wirkt nicht zahnsteinlockernd, 19 und 33 wirken zahnsteinlockernd. Bei den Pasten 5, 9, 11, 13, 21, 28, 31, Paste X konnten schädigende Einflüsse entweder in Form von mehr oder weniger starkem Glanzverlust des Schmelzes oder in Form von Verstärkung der schon vorhandenen Sprünge, besonders bei Zähnen mit schlechter Schmelzdecke festgestellt werden; bei Paste X wurde der Schmelz sogar

leicht ritzbar. Alle diese Pasten bewirken eine Auflockerung des Zahnsteines, allerdings bei Glanzverlust des Zahnschmelzes.

Aus dieser vergleichenden Betrachtung ergibt sich, daß die besten Resultate mit der Paste 32 erzielt wurden; sie greift in keiner Weise den Zahnschmelz an und bewirkt trotzdem eine körnige Auflockerung des supragingivalen Zahnsteins und ruft sogar am subgingivalen Zahnstein eine gewisse Rauhigkeit hervor. Ebenso verursacht Paste 10 keinerlei Schmelzveränderung und führt doch zu einer, wenn auch leichten Auflockerung des Zahnsteins. Die Pasten 1, 2, 3, 12, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 29, 34 erfüllen ebenfalls die Forderungen eines guten Zahnpflegemittels, da sie abgesehen von einer Aufhellung des Zahnschmelzes keine Veränderung hervorrufen und trotzdem zur Auflockerung des Zahnsteines beitragen. Von den übrigen Pasten sind diejenigen, die am Schmelz keine Veränderung verursachen und auf Zahnstein nicht einwirken, wenigstens im Gebrauch unschädlich, wenn auch nicht ein vollkommenes Zahnpflegemittel. Es sind dies die Pasten 7, 8, 14, 16, 18, 25, 26, 30. Die Pasten, die zwar zahnsteinauflockernd wirken, aber dabei auch Glanzverlust oder milchiges Aussehen des Schmelzes hervorrufen, sind folgende: 5, 9, 11, 13, 19, 21, 28, 31, 33, Paste X. Um so schlechter ist Paste 27, die den Schmelz milchig macht und trotzdem auf Zahnstein nicht einwirkt; die Pasten 4 und 6 bewirken eine Aufhellung des Schmelzes, ohne Einwirkung auf Zahnstein.

Zusammenfassung.

Im ersten Abschnitt meiner Arbeit gab ich einen Überblick über die verschiedenen Ansichten über die Struktur und die Entstehung des Zahnsteines. Der zweite Abschnitt weist zunächst auf die Schädigungen der Zahnsteinablagerungen hin und behandelt dann kurz die Bekämpfung des Zahnsteines. Der dritte Abschnitt bringt einen Überblick über die Bestandteile der gebräuchlichsten Zahnpasten, die aus dem Tier-, Pflanzen- und Mineralreich stammen. Im vierten Abschnitt legte ich die Ergebnisse meiner Versuche über die Einwirkungen von Zahnpasten auf den Zahnstein dar und konnte feststellen, daß etwa ein Drittel der im Handel befindlichen Pasten

überhaupt keine Einwirkungen auf Zahnstein zeigt, daß ein weiteres Drittel erst nach langer Einwirkungsdauer eine geringfügige Veränderung in der Konsistenz des Zahnsteins hervorruft und daß schließlich das letzte Drittel zu einer Auflockerung der supragingivalen Zahnsteinablagerungen führt. 7 Pasten riefen eine geringfügige Aufrauhung der Oberfläche des subgingivalen Zahnsteins hervor, Paste X zeigte auch hier bessere Ergebnisse. Der 5. Abschnitt bringt einen Vergleich meiner Versuchsergebnisse mit den von A. Heim angestellten Versuchen über die Einwirkungen derselben Zahnpasten auf den Zahnschmelz. Hiebei konnte ich feststellen, daß 8 Pasten keine Einwirkungen auf Zahnschmelz und Zahnstein zeigten, daß 2 Pasten überhaupt keine Veränderung am Zahnschmelz hervorrufen und trotzdem doch zu einer guten, bezw. mäßigen Auflockerung des Zahnsteines führen. 12 Pasten verursachen, abgesehen von einer Aufhellung des Schmelzes keine schädigenden Veränderungen und tragen trotzdem zur Auflockerung des Zahnsteins bei. 10 Pasten wirken zahnsteinauflockernd, bedingen aber ein mattes oder milchiges Aussehen des Schmelzes. Eine Paste bewirkt ein milchiges Aussehen des Schmelzes, ohne auf Zahnstein einzuwirken, zwei Pasten verursachen eine Aufhellung des Schmelzes ohne Einwirkung auf Zahnstein.

Zum Schlusse meiner Arbeit möchte ich es nicht versäumen, Herrn Professor Dr. Münch für die freundliche Überlassung des Themas und die liebenswürdige Unterstützung bei der Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Literatur.

[1]) Baume: Lehrbuch der Zahnheilkunde, 1890.
[2]) vgl. Kranz: Klinische Zahnheilkunde und ihre Grenzgebiete 1934.
— Betrachtungen über den Zahnstein. D. M. für Zahnheilkunde 1919.
[3]) vgl. Uffelmann: Der Zahnstein und seine Bekämpfung. 1935.
[4]) Miller: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, 1903.
— Mikroorganismen der Mundhöhle.
[5]) Priester: Zahn- und Mundpflege auf neuzeitlicher Grundlage. M. M. f. Zahnheilkunde, 1928.
[6]) Michel, A.: Konservierende Zahnheilkunde, 1912.
[7]) Gottlieb: Schmutzpyorrhoe, Paradentalpyorrhoe und Alveolaratrophie. F. d. Zahnheilkunde, 1925.
[8]) Preiswerk: Konservierende Zahnheilkunde, 1912.
— Lehrbuch der Zahnheilkunde, 1903.
[9]) Heinemann: Angeborener Schneidezahn mit Zahnsteinbildung. D. M. f. Zhk. 1920.
[10]) Metnitz: Zahnheilkunde, 1895.
[11]) Türkheim: Untersuchungen über das Zahnsteinlösungsvermögen der gebräuchlichen Zahnpasten, Zahnärztl. Rdsch. 1924, Nr. 26.
[12]) Urbantschitsch: Calculus dentalis supragingivalis Genese, Pathologie und Therapie. Oesterr. Ztschr. f. Stomat. 1933.
[13]) Münch: Klinik der konservierenden Zahnheilkunde.
[14]) Rosenthal u. Heymann: Untersuchungen zur Prophylaxe und Therapie des Zahnsteins. Zahnärztl. Rdsch. 1925, Nr. 18.
[15]) Schönbeck: Einige Bemerkungen zum Zahnsteinlösungsvermögen der Zahnpasten. Zahnärztl. Rdsch. 1924, Nr. 28.
[16]) Wittkopp: Die Entstehung des Zahnsteins in kolloidchemischer Betrachtung. Zahnärztl. Rdsch. 1924, Nr. 18.
[17]) Sachs: Zahnstein, Organismus und Alveolarpyorrhoe. D. Z. W. 1924, Nr. 10.
— Beiträge zur Kenntnis und Verhütung des Zahnsteins. D. M. f. Z. 1914.

[18]) Kantorowicz: Handbuch der Zahnheilkunde, 1. Bd.
— Klinische Zahnheilkunde, 1. Bd.
[19]) Walkhoff: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, 1921.
[20]) Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde, 1934.
[21]) Naeslund: Formation of dental tartar. F. d. Zhk. 1930, S. 204.
[22]) Heymann: Zahnstein, seine Entstehung und Bekämpfung vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus. M. f. Z. 1925.
[23]) Herrenknecht: Mundhygiene. F. d. Zhk. 1925, 1928, 1929, 1931.
[24]) Trauner u. Wischo: Zahnsteinbekämpfung und Mundpflege. Ztschr. f. Stomat. 1920.
[25]) Bräunlich: Abhandlung über Sulforizinoleate.
[26]) Knorr: Eigenartige Formen pathogener Aktinomyceten im Gewebe. Zentralbl. f. Bakt. 1931, 1. Abt.
Knorr u. Friedrich: Ostitis fibrosa localisata (sogenannter brauner Tumor mit Nachweis von Aktinomyceten. D. Zeitschr. f. Chir. 212, Bd. Heft 5/6.
[27]) Siegel: Aktinomyceten als Zahnsteinbildner Würzburg. Diss. 1934.
[28]) Geiger: Der feinere Aufbau des Zahnsteins. Würzburg. Diss. 1935.
[29]) Lackas: Die Wachstumsrichtung der Zahnsteinbildner. Würzburg. Diss. 1938.

Ferner wurden benutzt:

Cremer: Gibt es unter den im Handel befindlichen Zahnpasten bereits solche mit stark zahnsteinlösender Wirkung? Berliner Diss. 1934.
Grinew u. Baranow: Aktinomyceten, ihre Rolle und Bedeutung in der Mundhöhle. Übertragung von Levanowitsch. Corresp.-Bl. f. Z. Nr. 12, 1929.
Häupl u. Bergve: Über neue Gesichtspunkte in der Zahnpflege. Zahnärztl. Rdsch. 1928.
Heim: Die Einwirkungen der gebräuchlichsten Zahnpasten auf den Zahnschmelz. Würzbg. Diss. 1938.
Heimerl: Untersuchungen über die Wirksamkeit und Beschaffenheit von Zahnpasten und Zahnpulvern. Erlanger Diss. 1927.
Keller: Über den Einfluß verschiedener volkstümlicher Zahnputzmittel auf den Schmelz unserer Zähne. Würzbg. Diss. 1935.
Mayrhofer: Lehrbuch der Zahnheilkunde, 1912.

Lebenslauf.

Am 6. September 1909 wurde ich in Würzburg als Sohn des Telegrafenoberwerkmeisters Mathias Hartinger geboren. Von 1915 bis 1919 besuchte ich die Volksschule Pleich zu Würzburg. 1919 trat ich an das Neue Gymnasium in Würzburg über, an dem ich 1928 die Reifeprüfung ablegte. Von 1928 bis 1933 studierte ich an der Universität Würzburg Philologie und war seitdem als Privatlehrer tätig. 1935 begann ich an der Universität Würzburg mit dem Studium der Zahnheilkunde und beendete hier am 13. April 1939 meine zahnärztliche Prüfung.

Würzburg im Mai 1939.

Ehrenwörtliche Erklärung.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt, auch keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die darin angeführte Literatur benützt habe.

Heinrich Hartinger.